



㉔ Innere Priorität: ㉕ ㉖ ㉗

12.01.90 DE 40 00 707.3

㉘ Anmelder:

Messer Griesheim GmbH, 6000 Frankfurt, DE

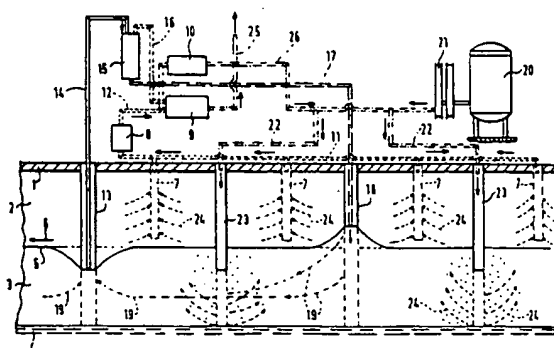
㉙ Erfinder:

Antrag auf Teilnichtnennung

Beutler, Hans Josef, 4150 Krefeld, DE; Knapp, Arno,
Dr., 4154 Tönisvorst, DE

㉚ Verfahren zum Entfernen leichtflüchtiger Schadstoffe aus Böden und Grundwässern

㉛ Die Entfernung von Schadstoffen aus Böden und Grundwässern erfolgt, indem Bodenluft aus dem wasserungesättigten Bereich (2) abgesaugt und die Schadstoffe aus ihr in einer Reinigungsstufe (9, 10) entfernt werden. Entsprechend verfährt man im wassergesättigten Bereich, indem man von dort Grundwasser abpumpt und einer Reinigungsstufe (15) zuführt. Wegen der geringen Löslichkeit vieler Schadstoffe im Wasser dauern derartige Sanierungsmaßnahmen sehr lange. Um die Reinigung zu verkürzen, leitet man häufig Luft in das Grundwasser. Bei hohen Eisengehalten im Grundwasser kann hierbei jedoch Eisenhydroxid ausgefällt werden, an dem sich die Schadstoffe anreichern. Außerdem können sich bei bestimmten Schadstoffen, z. B. Benzol, explosive Gemische bilden. Zwecks Verhinderung derartiger Schadstoffanreicherungen und Bildung explosiver Gemische wird anstelle von Luft ein inertes Gas, vorzugsweise Stickstoff oder Kohlendioxid, in das Grundwasser eingeleitet.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entfernen leichtflüchtiger Schadstoffe aus Böden und Grundwässern, bei dem ein gasförmiges Medium in das Grundwasser eingeleitet wird, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei einer Vielzahl sogenannter Altlastenfälle ist der Boden sowohl im mit Wasser ungesättigten Bereich als auch unterhalb des Grundwasserspiegels, also im gesättigten Bereich durch Schadstoffe belastet. Vielfach handelt es sich hierbei um leichtflüchtige Substanzen, vor allem leichtflüchtige Halogenwasserstoffe, Benzol, Toluol, Xylole und Diisopropylether. Bei den leichtflüchtigen Halogenwasserstoffen handelt es sich vor allem um Trichlorethen, Trichlormethan (Chloroform), Dichlormethan, Dichlorethan, Tetrachlorethen und Tetrachlormethan. Darüber hinaus kommen auch andere leichtflüchtige Substanzen vor, die im Zusammenhang mit chemischen Prozessen angefallen und aufgrund von Schadensfällen in den Untergrund gelangt sind. Es ist notwendig, diese Stoffe dem Boden und dem Grundwasser wieder zu entziehen, da von ihnen eine Umweltbelastung und von einigen eine toxische Wirkung auf den Menschen ausgeht.

Hierzu saugt man entweder die Bodenluft aus dem mit Wasser ungesättigten Bereich der Böden oder man pumpt Wasser aus dem Grundwasserbereich leitet es durch eine Desorptions- oder Strippanlage, in welcher die Schadstoffe abgetrennt werden und fängt die in die Luft übergeführten Schadstoffe schließlich in Aktivkohlefiltern auf. Wegen der geringen Löslichkeit der meisten dieser Substanzen im Wasser dauern solche Sanierungsmaßnahmen sehr lange. Zeiträume von fünf und mehr Jahren sind nicht ungewöhnlich. Es ist daher wünschenswert, diese langen Sanierungszeiten zu verkürzen.

Eine Beschleunigung der Reinigung im Grundwasserbereich läßt sich erreichen, indem man Luft in das Grundwasser einleitet. Oft handelt man sich dadurch aber neue Nachteile ein. So erfolgt vor allem bei hohen Eisengehalten im Grundwasser eine Ausfällung von Eisenhydroxid. An dessen großer Oberfläche reichern sich viele Schadstoffe an, welche somit der Reinigung entzogen werden. Ferner besteht bei einigen Schadstoffen, beispielsweise bei Benzol, die Gefahr, daß in der an der Bodenoberfläche abzusaugenden Luft explosive Gemische entstehen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum entfernen leichtflüchtiger Schadstoffe aus Böden und Grundwässern zu schaffen, welches zwar die Beschleunigung des Reinigungsverfahrens durch Eintragung eines gasförmigen Mediums in den Grundwasserbereich beibehält, andererseits die Bildung von Eisenhydroxid und explosiver Gemische ausschließt.

Ausgehend von dem im Oberbegriff des Anspruchs 1 berücksichtigten Stand der Technik ist diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Durch die erfindungsgemäße Maßnahme, anstelle von Luft ein inertes Gas, vorzugsweise Stickstoff oder Kohlendioxid bzw. ein Gemisch aus beiden, in den Grundwasserbereich einzuführen, wird die Bildung explosiver Gemische mit Sicherheit verhindert. Gleichzeitig wird die Gefahr ausgeschlossen, daß Eisen- und Manganschlämme ausgefällt wird, wodurch die Entfer-

nung der Schadstoffe behindert wird.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Gaseintragung nicht kontinuierlich, sondern pulsierend, vorzugsweise mit Frequenzen von 1 bis 100 kHz.

Durch den pulsierenden Eintrag werden Schwingungen in das Grundwasser und in den vom Grundwasser ungesättigten Teil des Bodens übertragen. Diese Schwingungen tragen dazu bei, die an den Bodenkörnern adhäsiv haftenden Schadstoffe im verstärkten Maße abzulösen.

Wesentlich für die Wirksamkeit des Verfahrens ist, daß neben der erfindungsgemäßen Einleitung eines inertes Gases in den Grundwasserbereich gleichzeitig in an sich bekannter Weise eine Gasabsaugung aus dem wasserungesättigten oberen Bereich des Bodens und eine Grundwasserentnahme erfolgt und das abgesaugte Gas und das Grundwasser eigenen Reinigungsstufen zugeführt werden. Diese gleichzeitig durchgeführten Maßnahmen bewirken eine Mobilisierung der leichtflüchtigen Schadstoffe, wodurch diese sowohl in die Gasphase als auch aus dem Adhäsionswasser des Bodens in das freiströmende Grundwasser übertreten.

Die Eintragungsvorrichtungen für das Inertgas, beispielsweise Stickstoff und Kohlendioxid, werden nach der Bodenbeschaffenheit und sonstigen örtlichen Gegebenheiten ausgewählt. Insbesondere sind herkömmliche Brunnenfilter mit unterschiedlicher Schlitzweite, Rohre mit verschieden großer Anzahl von Bohrungen mit verschiedenen Durchmessern und Rohre, an welche Sintermetallfilter verschiedener Porosität angeschweißt sind, geeignet. Eine solche Eintragungsvorrichtung zeigt beispielsweise die DE-OS 37 33 365.

Alle diese Vorrichtungen müssen auf jeden Fall so gestaltet sein, daß der Gasaustritt je nach Erfordernis über die gesamte Mächtigkeit des Grundwasserleiters als auch abschnittsweise in verschiedenen Tiefen gewährleistet ist. Das eingetragene Inertgas breitet sich nach dem Austritt radialsymmetrisch aus, perlt durch das Grundwasser nach oben und belädt sich hierbei mit den leichtflüchtigen Schadstoffen. Die belasteten Gase werden oberhalb des Grundwasserspiegels abgesaugt und über Aktivkohle gereinigt. Das gereinigte Inertgas kann im Kreislauf erneut in den Grundwasserbereich eingeleitet werden. Durch die Gasabsaugung werden gleichzeitig Restbelastungen oberhalb des Grundwasserspiegels erfaßt, so daß eine gesonderte Sanierungsmaßnahme für diesen Bereich entfällt.

Das erforderliche Inertgas, vorzugsweise Stickstoff oder Kohlendioxid, wird zweckmäßigerweise in Vorratstanks in flüssiger Form bevorratet und über Luftverdampfer in den gasförmigen Zustand überführt. Durch die in den Tanks eingestellte Druckstufe können hierbei die Gase ohne zusätzliche Energie oder sonstige Aggregate direkt in den Grundwasserbereich eingeleitet werden.

Die Zeichnung veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel der Erfindung in schematischer Form.

In der Zeichnung ist ein mit leichtflüchtigen Halogenwasserstoffen belasteter Boden dargestellt, der aus einer Abdeckung 1, einer wasserungesättigten Schicht 2, einer wassergesättigten Schicht 3 und einer Grundwasser nicht leitenden Schicht 4 besteht. Belastet sind hierbei die Schichten 2 und 3. Der Grundwasserspiegel ist durch die Linie 5 und die Grundwasserfließrichtung durch den Pfeil 6 wiedergegeben. Zur Sanierung des Bodens ist sowohl eine Absaugung der Bodenluft aus der wasserungesättigten Schicht 2 als auch eine Grund-

wasserförderung aus der wassergesättigten Schicht 3 vorgesehen. Die Absaugung der Bodenluft erfolgt durch Absaugrohre 7 mittels des Lüfters 8. Anschließend erfolgt eine Reinigung im Aktivkohlefilter 9 bzw. Aktivkohlefilter 10. Die das mit Halogenwasserstoffen belastete Gas führenden Leitungen 11 und 12 sind kurzgestrichelt eingezeichnet, die Strömungsrichtungen durch Pfeile angegeben.

Das belastete Grundwasser wird aus dem Sanierungsbrunnen 13 gefördert und durch die als Vollenlinie dargestellte Leitung 14 der Strippanlage 15 zugeführt. Hier erfolgt eine Abtrennung der Halogenkohlenwasserstoffe, welche mittels der kurzgestrichelt dargestellten Leitung 16 ebenfalls dem Aktivkohlefilter 9 zugeführt werden. Das gereinigte Grundwasser gelangt aus der Strippanlage 15 durch die langgestrichelt dargestellte Leitung 17 und den Infiltrationsbrunnen 18 zurück in die mit Grundwasser gesättigte Schicht 3. Der Strömungsweg des Grundwassers in der wassergesättigten Schicht ist durch die gestrichelte und mit Pfeilen versehenen Linien 19 wiedergegeben.

Zur Beschleunigung dieser Sanierung wird gemäß der Erfindung Stickstoff in die wassergesättigte Schicht 3 eingetragen. Das Gas wird in flüssiger Form im Vorrats-tank 20 bereitgehalten, im Verdampfer 21 in den gasförmigen Zustand übergeführt und durch die strichpunkt-
tiert dargestellten Leitungen 22 und die Injektionsrohre 23 in die mit Grundwasser gesättigte Schicht 3 eingeleitet. Das Gas breitet sich nach dem Austritt aus den Injektionsrohren 23 radialsymmetrisch aus, perlt durch das Grundwasser nach oben und belädt sich hierbei mit den leichtflüchtigen Halogenwasserstoffen. Das belastete Gas wird oberhalb des Grundwasserspiegels mittels der Absaugrohre 7, wie zuvor beschrieben, abgesaugt. Die Gasströmung im Boden ist durch die mit Pfeilen versehenen, gestrichelt dargestellten Linien 24 wiedergegeben. Der von den Halogenkohlenwasserstoffen befreite Stickstoff kann aus dem Aktivkohlefilter 9 durch die strichpunktisiert dargestellte Leitung 25 ins Freie abgelassen werden. Er kann jedoch auch ganz oder teilweise erneut den Injektionsrohren 23 zugeführt werden. Dies erfolgt durch die aus dem Aktivkohlefilter 10 führende, strichpunktisiert dargestellte Leitung 26.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Entfernen leichtflüchtiger Schadstoffe aus Böden und Grundwässern, bei dem ein gasförmiges Medium in das Grundwasser eingeleitet wird, belastetes Grundwasser abgesaugt und einer Reinigungsstufe (15) zugeführt wird, und Bodenluft aus dem wasserungesättigten oberen Teil des Bodens (2) ebenfalls abgesaugt und einer Reinigungsstufe (9,10) zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß als gasförmiges Medium ein inertes Gas oder inertes Gasgemisch eingeleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Stickstoff eingeleitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Kohlendioxid eingeleitet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Gaseintragung pulsierend erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintragung mit Frequenzen von 1 bis 100 kHz erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das eingeleitete Gas

zumindest teilweise im Kreislauf geführt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Schadstoffe leichtflüchtige Halogenwasserstoffe, insbesondere Trichlorethen, Trichlormethan, Dichlormethan, Dichlorethan, Tetrachlorethen und Tetrachlormethan, sowie Benzol, Toluol, Xylole und Diisopropylether entfernt werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

